

فزکس کے سات اسباق

کارلورویلی

انگریزی سے ترجمہ:

زاہداً مروز

فصی ملک

فزكس كے سات اسباق

فہرست

- ۱۔ خوب صورت ترین نظریہ
- ۲۔ روشنی کے ذرات (کوانٹا)
- ۳۔ کائنات کی ساخت
- ۴۔ ذرات
- ۵۔ پیس کے ذرات
- ۶۔ زمان، امکان اور بلیک ہولز کی حرارت
- ۷۔ ہمارا وجود

چوتھا سبق

ذرات

اس کائنات میں موجود تمام اشیاءِ مجرحت ہیں۔ روشنی بھی ذرات پر مشتمل ہے جنہیں ہم ضیائیے یا فوٹون (Photon) کہتے ہیں۔ روشنی کا ذرات پر مشتمل ہونا بظاہر بعید القیاس لگتا ہے۔ روشنی کے اس ذراتی تصور کو آئن سٹائن نے قابلِ فہم بنایا۔ اسی طرح ہمارے ارد گرد موجود تمام چیزیں ایٹموں سے مل کر بنی ہیں۔ ہر ایٹم کا ایک مرکز (Nucleus) ہے جو الیکٹرونوں (Electrons) سے گھرا ہوتا ہے۔ یہ الیکٹرون اس مرکز کے گرد ہمہ وقت گھومتے رہتے ہیں۔ ہر ایٹم کا مرکز مضبوطی سے ایک دوسرے کے ساتھ جڑے پروٹونوں (Protons) اور نیوٹرونوں (Neutrons) سے مل کر بنا ہے۔ دل چسپ بات یہ ہے کہ ایٹم کے مرکز میں یہ پروٹون اور نیوٹرون بذاتِ خود مزید چھوٹے ذرات پر مشتمل ہوتے ہیں جنہیں 'کوآرکس' (Quarks) کہا جاتا ہے۔ یہ عجیب سا نام کہاں سے آیا؟ اس کی حقیقت یہ ہے کہ امریکی طبیعیات دان مری گیلمن (Murray Gell-Mann) نے ناول نگار جیمز جوائس کی کتاب 'Finnegans wake' میں موجود ایک بے معنی فقرے (Three quarks for Muster Mark!) میں موجود اس بے معنی لفظ سے متاثر ہو کر ان چھوٹے ذرات کو کوآرکس کا نام دیا۔ لہذا اس مادی دنیا میں ہر وہ چیز جس کو ہم چھوتے ہیں الیکٹرونوں اور کوآرکس سے مل کر بنی ہے۔

ایک مخصوص طبعی قوت پروٹونوں اور نیوٹرونوں میں موجود ان 'کوآرکس' کو آپس میں جوڑے رکھتی ہے۔ کوآرکس کے مابین یہ قوت جن ذرات کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے، طبیعیات دان (قدرے مضحکہ خیزی کی ساتھ) ان ذرات کو گلوآن (Gluon) کا نام دیتے ہیں۔ یعنی گوند نما ذرات۔

الیکٹرون، کوآرکس، فوٹون اور گلوآن۔ یہ چار عناصر (ذرات) ہر اس چیز کے بنیادی تعمیری اجزاء ہیں جو اس زمین

اور ہمارے ارد گرد سپیس (Space) میں گھومتی ہے۔ ذراتی طبیعیات (Particle Physics) میں انہی "بنیادی ذرات" کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ ان میں کچھ مزید ذرات کو بھی شامل کیا گیا ہے جیسا کہ تعدیل نمایا نیوٹرینو (Neutrino) جو کائنات میں ہر جگہ بلا رکاوٹ گھومتے رہتے ہیں لیکن ہم سے بہت کم تعامل کرتے ہیں۔ اس کے علاوہ ایک اہم بنیادی ذرہ ہگز بوزون (Higgs Boson) ہے جسے حال ہی میں جنیوا شہر میں موجود تحقیقاتی لیبارٹری 'سرن' (CERN) کے 'الارج ہیڈران تصادم گر' (Large Hadron Collider) میں دریافت کیا گیا ہے۔ لیکن ان بنیادی ذرات کی کل تعداد زیادہ نہیں ہے۔ درحقیقت ان کی دس سے بھی کم اقسام ہیں۔ یہ مٹھی بھر بنیادی اجزا ہیں جو اس عظیم الجثہ کائناتی عمارت میں اینٹوں (Building blocks) کا کام کرتے ہیں۔ انہی چند بنیادی ذرات سے ہمارے ارد گرد موجود تمام مادی حقیقت بنی ہے۔

ان ذرات کی ماہیت اور حرکات کو کوانٹم میکینکس کی مدد سے بیان کیا جاتا ہے۔ یہ ذرات کنکریوں کی طرح ٹھوس اور بھاری نہیں ہیں بلکہ جس طرح ضیائیہ یا فوٹون برقیاتیسی (Electromagnetic) میدان کا کوانٹا ہے اسی طرح یہ ذرات متعلقہ قوت کے میدان (Field) کے کوانٹا ہیں۔ یہ فیڈاے (Faraday) اور میکسویل (Maxwell) کے برقیاتیسی میدان کی طرح ہی مادے میں حرکت کرتے زیر تہہ (Substratum) میدان کی بنیادی توانائی کی بیجانی حالتیں (Excited states) ہیں۔ گویا حرکت کرتی ہوئی نہایت چھوٹی چھوٹی لہریں۔ یہ چھوٹے ذرات مشاہدے کے دوران کوانٹم میکینکس کے عجیب و غریب قوانین کے تحت کبھی اوجھل ہوتے ہیں اور کبھی نمایاں ہوتے ہیں۔ کوانٹم میکینکس کے اصولوں کے مطابق کوئی بھی شے جس کا مادی وجود ہے، کبھی مسلسل مستحکم حالت میں نہیں رہتی۔ مادے کے ان بنیادی ذرات کی حرکت ایک مخصوص مقام سے دوسرے مخصوص مقام کے درمیان محض ایک جست ہے۔ دراصل یہ ایک سے دوسرے تعامل تک ایک ادنیٰ چھلانگ کے سوا کچھ نہیں۔

حتیٰ کہ ہم مکمل خلا کے کسی ایسے حصے کا مشاہدہ کریں جہاں بظاہر کوئی مادی جوہر یا ایٹم موجود نہ ہو، تو بھی ہم ان ذرات کے گروہوں کو وہاں موجود پاتے ہیں۔ اس مشاہدے سے یہ بات عیاں ہوتی ہے کہ کائنات میں حقیقی خلا جیسی کوئی شے نہیں ہے۔ مثلاً بالکل ساکت سمندر میں بھی قریب سے دیکھنے پر اس کی سطح پر خواہ کتنی ہی نحیف سہی، ہلکی ہلکی لہریں موجود ہوتی ہیں۔ اسی طرح اس مادی کائنات کو تعمیر و متوان کرنے والے قوت کے میدانوں (Fields of Fundamental Forces) میں بھی ایک تھر تھراہٹ موجود ہوتی ہے۔ اس بنیاد پر یہ تصور کرنا ممکن ہے کہ یہ بنیادی ذرات اپنے متعلقہ قوت کے میدانوں کے ارتعاش سے مسلسل پیدا اور فنا ہوتے رہتے ہیں۔

یہ کائنات کا وہ تصور ہے جس کو کوانٹم میکینکس (Quantum Mechanics) اور ذراتی نظریہ (Particle Theory) تشکیل دینے والے سائنس دان پیش کرتے ہیں۔ کائنات کی اس تشریح تک آتے آتے

ہم نیوٹن (Newton) اور لپلاس (Laplace) کی میکانیاتی دنیا کے کلاسیکی تصور سے بہت دور نکل آتے ہیں جہاں اجسام ایک غیر تغیر پذیر سپیس میں جیومیٹری کے اصولوں کے تابع اپنے منتخب رستوں پر ہمیشہ محور حرکت رہتے ہیں جب تک کوئی خارجی قوت ان پر اثر انداز نہ ہو۔ لیکن کوانٹم میکانیات اور ذراتی طبیعیات کے تحت کیے گئے تجربات نے ہمیں یہ بتایا ہے کہ دنیا ایک مسلسل اور سکوت سے عاری چیزوں کا ہجوم ہے۔ مسلسل پیدا اور فنا ہوتے اجسام کی دنیا۔ 1960ء کی دہائی میں رونما ہونے والی ہماری ملنگ طبع (Hippy) بے چین دنیا کی طرح ارتعاشات کا مجموعہ۔ واقعات کی دنیا، نہ کہ محض مادی اشیاء کی دنیا۔

ذراتی نظریے (Particle Theory) کی تفصیلات کو 1950ء، 1960ء اور 1970ء کی دہائیوں میں رچرڈ فائن مین (Richard Feynman) اور مرے گیلمن جیسے عظیم طبیعیات دانوں نے تشکیل دیا۔ تشکیل سازی کے اس عمل میں ایک گنجلک نظریہ سامنے آیا جس کی اساس کوانٹم میکانیات تھی۔ اس نظریے کو 'ذراتی طبیعیات کا معیاری ماڈل' (Standard Model of Elementary Particles) کہا گیا جو قدرے غیر رومانوی نام ہے۔ کامیاب تجربات کے نتیجے میں اس نظریے کی بیش تر پیش گوئیوں کے درست ثابت ہونے کی بنا پر 1970ء کی دہائی میں اس 'معیاری ماڈل' کو حتمی شکل دے دی گئی۔ اگرچہ اس کی چند نظریاتی پیش گوئیاں ابھی تجرباتی طور پر ثابت ہونا باقی تھیں لیکن 2013ء میں 'معیاری ماڈل' کے ایک بنیادی ذرے ہگز بوزون (Higgs-Boson) کی دریافت سے اس کی مکمل تصدیق ہوئی۔

کامیاب تجربات کی لمبی فہرست کے باوجود طبیعیات دانوں نے "معیاری ماڈل" (Standard Model) کو سنجیدگی سے مکمل طور پر قبول نہیں کیا۔ اس کی کچھ وجوہات ہیں۔ یہ نظریہ پہلی نظر میں پیوند شدہ لگتا ہے۔ یہ کسی واضح ترتیب کے بغیر بہت سارے ریاضیاتی ٹکڑوں اور مساواتوں کو جوڑ کر بنایا گیا ہے۔ 'ذراتی طبیعیات کے معیاری ماڈل' کے مطابق مادے کی فطری قوتوں کے میدانوں کی ایک خاص تعداد کچھ خاص قوتوں کے تحت آپس میں تعامل کرتی ہے۔ ان تعاملات کو مخصوص مستقل اعداد (Constants) کی مدد سے ہی بیان کیا جاسکتا ہے۔ اس کے نتیجے میں خاص قسم کا تناسب یا تشاکل (Symmetries) پایا جاتا ہے۔ یہاں سائنسی اور نظریاتی اعتراض پیش کیا جاسکتا ہے کہ قوت کے یہی خاص میدان، ان کی یہی مخصوص تعداد ہی کیوں اور ان تعاملات کے لیے یہی مخصوص مستقل اعداد ہی کیوں؟ نتیجتاً یہی تشاکل کیوں؟ اس نظریہ میں ایک مسئلہ یہ ہے کہ اس میں کوانٹم میکانیات اور نظریہ عمومی اضافیت (General Relativity) کی مساواتوں جیسی سادگی اور ترتیب کا فقدان ہے۔

'معیاری ماڈل' کی مساواتوں کی بنیاد پر مادی دنیا کے بارے میں جو پیش گوئیاں کی جاتی ہیں وہ بھی انتہائی پیچیدہ ہیں۔ جب ان مساواتوں کا براہ راست اطلاق کیا جاتا ہے تو کسی بھی ماپی جانے والی طبعی مقدار کی قیمت ناقابل فہم حد تک

لامتناہی (Infinity) آتی ہے۔ ان مساواتوں سے بامعنی نتائج حاصل کرنے کے لیے یہ فرض کرنا پڑتا ہے کہ ان میں موجود متعین مقدریں (parameter) بذات خود لامتناہی ہیں تاکہ وہ بے ترتیب نتائج کو متوازن کر کے قابل قبول بنائیں۔ اس پیچیدہ اور غیر معین ریاضیاتی عمل کو 'ری نارملائزیشن' (Renormalization) کا نام دیا گیا ہے۔ البتہ عملی طور پر ان مساواتوں سے درست جوابات حاصل ہوتے ہیں۔ لیکن یہ ہر اس شخص کے منہ کو بدذائقہ کر دیتی ہیں جو قدرت سے سادگی کی امید رکھتا ہے۔ آئن شٹائن کے بعد بیسویں صدی کے سب سے عظیم سائنسدان پال ڈیراک (Paul Dirac) جو کہ کوآٹم میکانیات کا عظیم معمار اور 'معیاری ماڈل' کی اولین اور اہم مساواتوں کا مصنف بھی ہے، نے اپنی زندگی کے آخری سالوں میں بار بار یہ کہتے ہوئے عدم اطمینان کا اظہار کیا کہ ہم ابھی تک اس مسئلے کو حل نہیں کر سکے۔

اس 'معیاری ماڈل' کی مزید محدودیت کا حال ہی میں ادراک ہوا جب فلکیات دانوں نے مشاہدہ کیا کہ ہر کہکشاں کے گرد کچھ بادل نما مواد موجود ہے جو ستاروں پرکشش ثقل کی صورت اپنی موجودگی کا اظہار کرتا ہے اور یہ روشنی کو منحرف کرتا ہے۔ یہ بادل نما مواد جس کے تجاذبی اثرات کا ہم مشاہدہ کرتے ہیں لیکن اس کو براہ راست نہیں دیکھا جاسکتا۔ لہذا ہم ابھی تک نہیں جانتے کہ یہ بادل نما مواد کن عناصر سے بنا ہے۔ اس بارے میں بہت سے مفروضے پیش کیے گئے ہیں جن میں سے کوئی بھی اس کی مکمل وضاحت نہیں کرتا۔ یہ واضح ہے کہ وہاں کچھ موجود ضرور ہے لیکن یہ کیا ہے، ہم ابھی تک نہیں جانتے۔ تاہم اس بادل نما مواد کو 'تاریک مادہ' (Dark Matter) کہا جاتا ہے۔ ابھی تک دست یاب سائنسی علم یہ ظاہر کرتا ہے کہ 'معیاری ماڈل' اس تاریک مادے کی توجیح پیش نہیں کرتا وگرنہ ہم اسے اب تک تجربات سے دیکھ چکے ہوتے۔ یہ ایٹموں، نیوٹرینوز (Neutrinos) اور ضیائیوں (Photons) سے مختلف کوئی چیز ہے۔

یہ قطعی حیران کن بات نہیں کہ زمین اور آسمان میں ایسی لاتعداد اشیاء ہوں گی جن کا ہم نے اپنے فلسفے یا طبیعات میں ابھی خواب بھی نہیں دیکھا۔ کچھ عرصہ پہلے تک ہم نے ریڈیائی لہروں (Radio waves) یا نیوٹرینوز (Neutrinos) کے موجود ہونے کا گمان بھی نہیں کیا تھا جو اس کائنات میں ہر جگہ موجود ہیں۔ بہر حال اس محدودیت کے باوجود 'تاریک مادہ' اور کشش ثقل (جس کو نظریہ اضافیت کے تحت زمان و مکاں کے خم دار ہونے کی صورت میں بیان کیا جاتا ہے) کے علاوہ ہماری قابل فہم دنیا کے تقریباً ہر پہلو کی سائنسی توجیح بیان کرنے کے لیے یہ 'معیاری ماڈل' بہترین ہے۔ اب اس کی تمام سائنسی پیش گوئیوں کی تجرباتی تصدیق ہو چکی ہے۔

متبادل نظریات بھی پیش ہوئے لیکن تجربات نے ان کو رد کر دیا۔ 1970ء کی دہائی میں ایک قابل ذکر نظریہ پیش ہوا جسے SU5 کا نام دیا گیا، نے 'معیاری ماڈل' کی ناموافق مساواتوں کو نہایت سادہ اور خوبصورت ساخت میں بدل دیا۔ اس نظریے کے مطابق یہ احتمال قابل قیاس ہے کہ پروٹون (Proton) کا انحطاط ہو سکتا ہے اور یہ انحطاط کرتے ہوئے الیکٹرون اور کوارکس میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ پروٹون کے انحطاط کو طبعی طور پر دیکھنے کے لیے بڑی تجرباتی مشینیں تیار

کی گئیں۔ سائنس دانوں نے قابلِ مشاہدہ پروٹونوں کے انحطاط کو دیکھنے کے لیے اپنی زندگیاں صرف کر دیں۔ دراصل ہم ایک پروٹون کے انحطاط کا مشاہدہ نہیں کر سکتے کیوں کہ یہ انحطاط پذیر ہونے میں بہت وقت لیتا ہے۔ آپ کئی ٹن پانی لیتے ہیں اور پانی کے پروٹونوں کا انحطاط دیکھنے کے لیے اسے حساس سراغ دانوں (Detectors) کے درمیان رکھ دیتے ہیں۔ لیکن افسوس کہ اس تجربے میں کسی بھی پروٹون کا انحطاط نہیں دیکھا گیا۔ یہ خوبصورت نظریہ (SU5) اپنی تمام تر خوبصورتی کے باوجود بھی "خدا" کو پسند نہیں آیا۔

کہانی اب خود کو نئے نظریات کی شکل میں دہرا رہی ہے۔ ان نئے نظریات کو "مہا تشاکلی نظریات" (Supersymmetric Theories) کہتے ہیں۔ یہ نظریات نئے ذرات کی موجودگی کی پیش گوئی کرتے ہیں۔ اپنی تمام پیشہ ورانہ زندگی کے دوران میں نے اپنے ہم عصر سائنس دانوں کو مکمل یقین کے ساتھ ان ذرات کے ظہور کا انتظار کرتے دیکھا ہے۔ دن، مہینے، سال اور دہائیاں گزر گئیں لیکن "مہا تشاکلی ذرات" کا ابھی تک ظہور نہیں ہوا۔ طبعیات صرف کامیابیوں کی ہی تاریخ نہیں ہے۔

فی الوقت ہمیں 'معیاری ماڈل' کے ساتھ ہی گزارہ کرنا ہوگا۔ ہو سکتا ہے کہ اس کا ریاضی اور مساواتیں سادہ اور خوبصورت نہ ہوں لیکن یہ نظریہ ہماری کائنات کی نہایت احسن طریقے سے توجیح کرتا ہے۔ لیکن کُل حقیقت کی کس کو خبر ہے؟ یہ بھی عین ممکن ہے کہ اس ماڈل میں ریاضیاتی دلکشی موجود ہو اور ہم نے ابھی اسے اُس زاویے سے دیکھا ہی نہ ہو جو اس کی خوبصورتی کو عیاں کر دے۔ فی الحال یہی کچھ ہے جو ہم اس مادی دنیا کے بارے میں جانتے ہیں۔

مٹھی بھر بنیادی ذرات کی اقسام جو مخصوص توانائیوں کے ساتھ مسلسل مرتعش و متغیر ہیں اور وجود اور عدم وجود کے درمیان پیدا اور فنا ہوتی رہتی ہیں۔ یہ ذرات خلا میں وہاں بھی موجود ہوتے ہیں جہاں بظاہر لگتا ہے کہ کچھ بھی نہیں ہے۔ یہ ذرات کائناتی حروفِ تجلی کے الفاظ کی طرح آپس میں مل کر کہکشاؤں، سورجوں، ستاروں، پہاڑوں، جنگلوں اور کھیتوں کی تاریخ لکھتے ہیں۔ اسی طرح ضیافتوں اور دعوتوں پر ہنستے مسکراتے نوجوانوں کے چہروں اور ستاروں جڑے آسمان کی تاریخ بھی ہمہ اوست موجود مادے کے یہی بنیادی ذرات بیان کرتے ہیں۔